



Рис. 2. График изменения целевой функции

Максимальное значение целевая функция приобретает у образца шлифовального круга № 8, обладающего в соответствии с принятыми критериями и их весовыми коэффициентами наилучшим сочетанием исследованных параметров.

В.М. Кириченко, Л.А. Шабалин
УГЛТУ, Екатеринбург, РФ

ДЕФОРМАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПИЛЬНОЙ РАМКИ ТАРНОЙ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ (DEFORMATIONS OF ELEMENTS OF THE FRAME OF THE TARE SAWING FRAME BY PILNA)

Полученные результаты позволили обоснованно наметить пути снижения напряжений в боковинах поперечин как за счет повышения жесткости концевых сечений, так и изменения конструкции верхних захватов и изменения конфигурации сечений боковин.

The obtained results of the studies allowed reasonably identify ways to significantly reduce the stress in the lateral cross members as a result of their increasing rigidity of the terminal sections, and changing the design of the upper hooks and configuration sections of sidewalls.

При эксплуатации лесопильных рам у стоек верхней и нижней поперечин пильной рамки (ПР) наблюдаются остаточные деформации, приводящие к заклиниванию ползунов в направляющих. Поэтому, перед выпуском новой конструкции двухшатунной тарной лесопильной рамы (ЛР) перспективной модели РТ-40 – с движением пил по замкнутой (каплевидной) траектории были проведены проектировщиками, заводом-изготовителем и нами комплексные исследования напряженно-деформированного состояния и динамической нагруженности многих элементов этой ЛР, в том числе и элементов ПР.

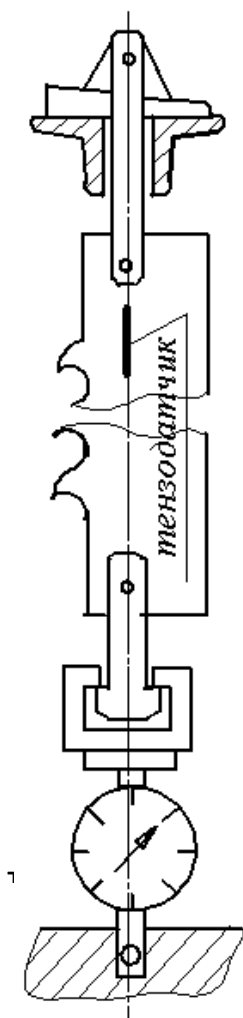


Рис. 1. Схема тарировки тензодатчиков

Исследования были проведены в Уральском лесном технопарке Уральского государственного лесотехнического университета.

В статье рассматриваются деформация ПР, возникающие только от статических сил – натяжения пил, максимальное количество которых 18, а рекомендуемое усилие их натяжения 12кН. Натяжение пилы осуществляется клином, размещенным в верхнем захвате и опирающимся на боковины сжатого пояса верхней поперечины.

Деформации измерялись 17 индикаторами часового типа с точностью до 0,01 мм. Усилие натяжения пил контролировалось тензодатчиками, наклеенными у верхних захватов с двух противоположных сторон пилы по линии натяжения. Тензодатчики тарировались по нагрузкам в специальном устройстве, состоящем из двух трубчатых стоек и траверс, между которыми помещалась пила, к нижнему захвату которой крепился динамометр растяжения (рис. 1).

Параллельно с деформациями в различных сечениях на поверхности элементов ПР замерялись и напряжения после натяжения 2, 4, 6, 8, ..., 18 пил.

На рис. 2 приведены картины деформаций элементов ПР после натяжения 18 пил с рекомендуемым усилием. Как видно, поперечины прогибаются между стойками, а стойки испытывают сжатие с изгибом.

Наибольшие прогибы имеют место у верхней поперечины – по середине пролета ($\delta_B = 0,17$ мм) и на концах цапф ($\delta_C = 0,17$ мм); у нижней поперечины – по середине пролета ($\delta_H = 0,42$ мм); у стоек – по середине их длины ($\delta_C = 0,11$ мм), суммарное сжатие стоек в месте с контактными деформациями составляют $\delta_{CC} = 0,43$ мм. Максимальное сближение поперечин по оси ПР не превышает:

$$\delta_{\Sigma} = \delta_B + \delta_H + \delta_{CC} = 0,17 + 0,42 + 0,43 = 1,02 \text{ мм.} \quad (1)$$

Исследованиями обнаружена и ранее неизвестная от натяжения пил деформация боковин поперечин в плоскости их наименьшей жесткости. Эти деформации значительны и по оси ПР составляют: у боковин верхней поперечины в сжатом поясе $\delta_{CB} = 0,26$ мм (сечение А-А) и у боковин нижней поперечины в растянутом поясе $\delta_{BH} = 0,135$ мм (сечение Б-Б). То есть, боковины поперечин между стойками испытывают изгиб в двух плоскостях – **косой изгиб**. В результате напряжения по ширине полок боковин в растянутых и сжатых поясах распределяются крайне неравномерно, а общая напряженность этих сечений возрастает существенно.

Обнаруженные деформации боковин поперечин в плоскости их наименьшей жесткости вызваны конструктивными особенностями захватов пил. У верхних захватов пил усилие забивки клина F_K раскладываются на две силы F_1 и F_2 (рис. 3, а). Первая сила F_1 идет на преодоление сил трения между клином и опорными поверхностями боковин, которая при натяжении пилы усилием F_H равна:

$$F_1 = F_H \operatorname{tg} \rho = F_H f_T, \quad (2)$$

где ρ – угол трения;

f_T – коэффициент трения скольжения.

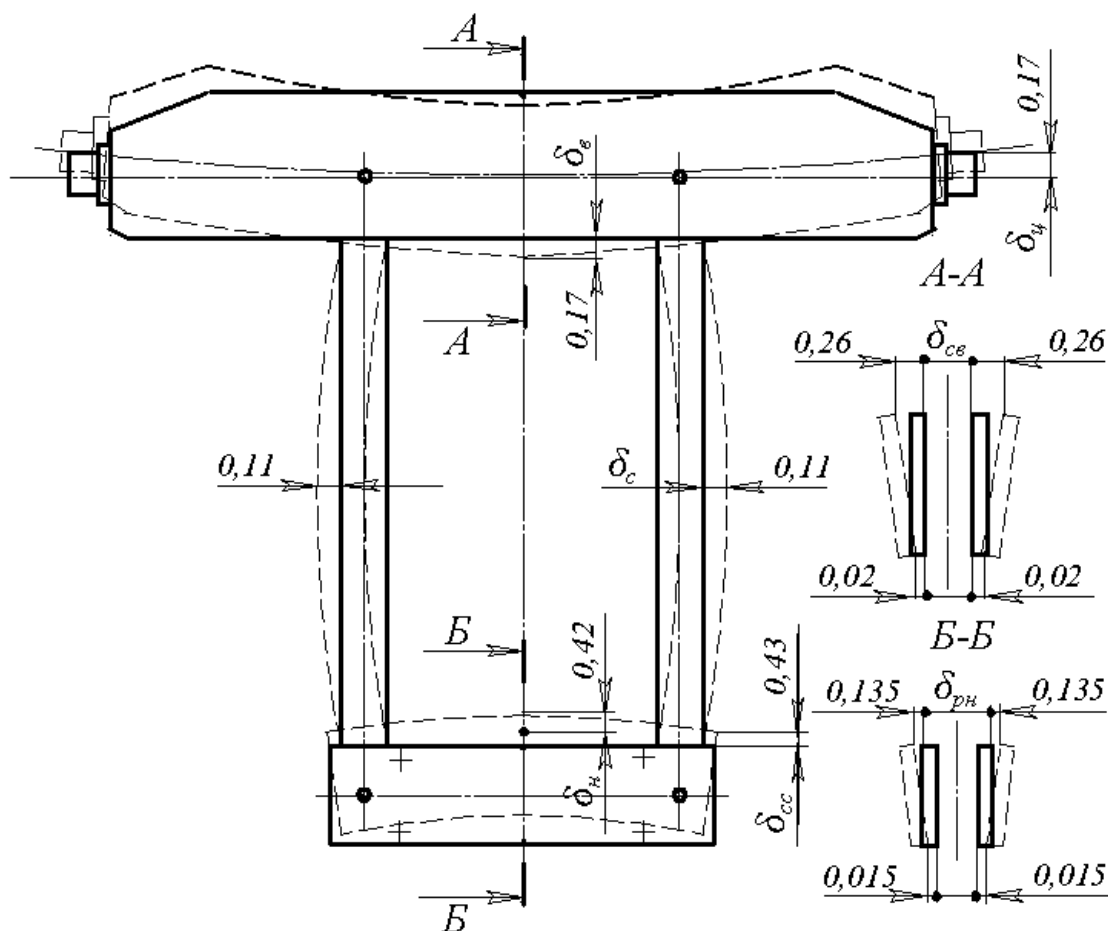


Рис. 2. Эпюры деформаций элементов ПР

Вторая сила F_2 идет на преодоление силы трения между клином и опорной вставкой, является её горизонтальной составляющей и она с учетом уклона клина может быть определена по формуле:

$$F_2 = F_{Ht} g (\varphi + \rho), \quad (3)$$

где φ – угол подъема клина.

Усилие F_1 деформирует (прогибает) обе боковины (переднюю и заднюю) на одинаковую величину и после прекращения забивки клина боковины возвращаются в свое исходное положение.

Усилие F_2 сдвигает верхний захват к задней боковине и вызывает **только** её деформацию (прогиб) в плоскости наименьшей жесткости. После забивки клина, за счет упругих свойств материала, обе боковины деформируются, занимая положение, показанное на рис. 2 (сечение A-A).

У нижних захватов (рис. 3, б) контактные напряжения на опорном поясе нижних боковин распределяются неравномерно, в результате результирующие реакции от них проходят не через центры тяжести сечений, вызывая их деформацию в плоскости наименьшей жесткости (см. рис. 2, сечение B-B).

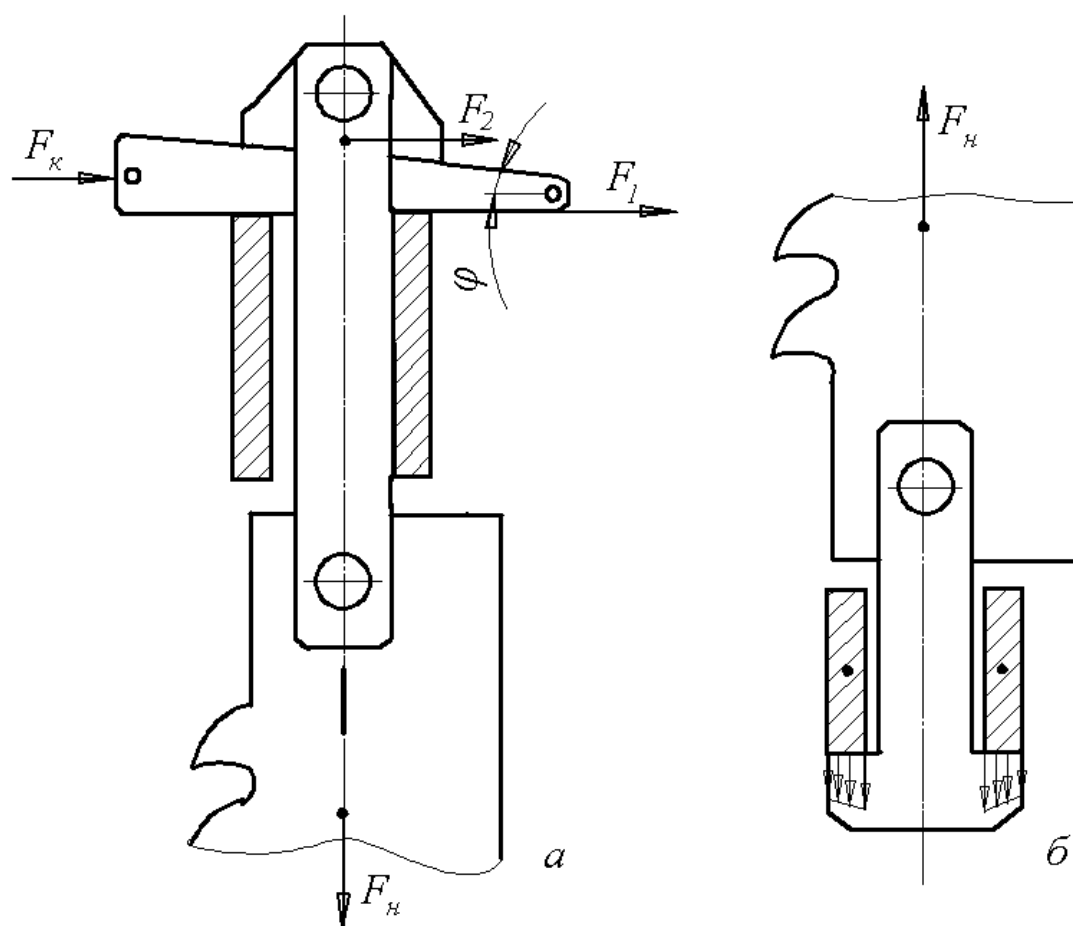


Рис. 3. Схемы нагружения захватов боковин поперечин

Выводы:

- при **максимальном количестве пил в поставе (18) и контролируемом их натяжении** до 12 кН деформации элементов ПР **незначительны**, а максимальные напряжения в опасных сечениях в 2-4 раза меньше предела текучести материалов;
- из-за нерациональной конструкции верхних и нижних захватов пил боковины верхней и нижней поперечин дополнительно деформируются и в плоскости их наименьшей жесткости, что приводит к существенному возрастанию напряжений изгиба в их опасных сечениях и снижению несущей способности;
- определена суммарная наибольшая деформация поперечин и стоек, которая позволяет объективно назначить размеры клина верхних захватов пил;
- полученные результаты позволили обоснованно наметить пути снижения напряжений в боковинах поперечин как за счет повышения жесткости концевых сечений, так и изменения конструкции верхних захватов и изменения конфигурации сечений боковин.